

## **О Т З Ы В**

официального оппонента, *к.т.н., Горобченко Станислава Львовича* на диссертацию **Степанова Павла Сергеевича** на тему: «Синтез систем робастного управления в условиях параметрической неопределенности на примере ректификационной колонны процесса переработки нефти», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности **2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами**.

### **1. Актуальность темы диссертации**

Актуальность исследования Степанова П.С. обусловлена критической важностью обеспечения устойчивости управления в нефтехимических процессах, где параметрическая неопределенность (изменение свойств сырья, изменение режимов) существенно влияют на качество продукции. Ректификационные колонны, как ключевые элементы установок типа ЭЛОУ-АВТ, требуют робастных решений для минимизации рисков потери устойчивости. Разработка методов, сочетающих аналитические подходы с адаптацией к неопределенностям, соответствует современным трендам цифровизации АСУ ТП и является своевременной с научно-практической точки зрения.

### **2. Научная новизна диссертации**

Научная новизна работы заключается в разработке оригинального комплекса методов синтеза робастных систем управления:

- Предложен беспоисковый метод настройки одномерных регуляторов с гарантией устойчивости при интервальной неопределенности, снижающий ИКК до 5 раз.
- Создана методика расширения робастного управления на многомерные системы ( $2 \times 2$ ,  $3 \times 3$ ) через минимаксную оптимизацию и аппроксимацию запаздыванием.
- Разработан гибридный робастно-адаптивный алгоритм с динамической коррекцией весового коэффициента, улучшающий ИКК до 2 раз.

### **3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций**

Выводы автора основываются на обоснованной методологии, включающей аналитические и численные методы, а также экспериментальные данные. Приведённые в работе результаты расчётов и моделирования подтверждаются сопоставлением с лабораторными наблюдениями и архивными записями с промышленных объектов.

Разработанные программные решения защищены свидетельствами о регистрации (№2025615215) и (№2025106282), что свидетельствует о завершённости проведённой

**О Т З Ы В**

ВХ. № 9-72 от 06.09.25  
А У У С

работы. Использование полученных результатов в прикладной практике также подтверждает достоверность научных положений и применимость предлагаемых подходов.

#### **4. Научные результаты, их ценность**

Полученные автором результаты направлены на решение актуальной задачи управления сложными объектами. Создание формализованных процедур синтеза робастных регуляторов для промышленных объектов позволяет повысить надёжность и качество регулирования.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 12 печатных работах, в том числе в 3 статьях в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук. Получено 1 свидетельство на регистрацию программы для ЭВМ, а также 1 заявка на изобретение.

#### **5. Теоретическая и практическая значимость диссертации**

С теоретической точки зрения значимость заключается в развитие аппарата робастного синтеза для многомерных систем с запаздыванием в условиях неопределенности. Работа представляет собой пример успешной реализации концепции управления, ориентированного на граничные и самые чувствительные значения.

Практическая ценность подтверждается возможностью внедрения разработанных решений в существующие системы автоматизации, что открывает путь к снижению производственных потерь, повышению устойчивости режимов и сокращению негативного воздействия на окружающую среду.

#### **6. Замечания и вопросы по диссертации**

Насколько эффективно использование звена чистого запаздывания для аппроксимации в вашем подходе? Какие причины могут приводить к росту времени запаздывания в системе управления?

Каковы вычислительные затраты динамической оптимизации коэффициента  $\alpha$  в вашем робастно-адаптивном алгоритме при применении к системам высокой размерности ( $5 \times 5$  и выше)?

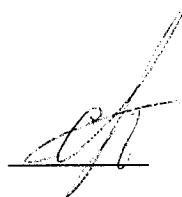
Почему выбрана минимаксная оптимизация для синтеза регуляторов?

#### **7. Заключение**

Диссертация Степанова Павла Сергеевича «Синтез систем робастного управления в условиях параметрической неопределенности на примере ректификационной колонны процесса переработки нефти», представленная на соискание ученой степени кандидата

технических наук по специальности 2.3.3. - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, полностью соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 №953 адм, а ее автор – Степанов Павел Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Официальный оппонент,  
кандидат технических наук,  
доцент, кафедры автоматизации  
технологических процессов и  
производств федерального  
государственного бюджетного  
образовательного учреждения  
высшего образования «Санкт-  
Петербургский государственный  
университет промышленных  
технологий и дизайна»



Горобченко Станислав Львович

Подпись Горобченко Станислава Львовича заверяю

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»

Адрес: 191186, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.18

Телефон / факс: +7(812)786-53-66

Почта: sgorobchenko@yandex.ru

